

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年12 月19 日 (19.12.2002)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/102118 A1

(51) 国際特許分類: H05B 33/22, 33/14, C09K 11/06

(21) 国際出願番号: PCT/JP02/04427

(22) 国際出願日: 2002 年5 月7 日 (07.05.2002)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2001-170960 2001 年6 月6 日 (06.06.2001) JP

(71) 出願人: 出光興産株式会社 (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒100-8321 東京都千代田区丸の内三丁目1番1号 Tokyo (JP).

井 俊男 (SAKAI, Toshio); 〒299-0205 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 荒金 崇士 (ARAKANE, Takashi); 〒299-0205 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 山本 弘志 (YAMAMOTO, Hiroshi); 〒299-0205 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP).

(74) 代理人: 大谷 保, 外 (OHTANI, Tamotsu et al.); 〒105-0001 東京都港区虎ノ門3丁目2番2号ブリヂストン虎ノ門ビル6階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, IN, JP, KR.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(72) 発明者: 細川 地潮 (HOSOKAWA, Chishio); 〒299-0205 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 舟橋 正和 (FUNAHASHI, Masakazu); 〒299-0205 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 酒

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE DEVICE

(54) 発明の名称: 有機エレクトロルミネッセンス素子

(57) Abstract: An organic electroluminescence device having an anode, a cathode, and one or more of organic thin-film layers held between the cathode and the anode is characterized in that at least one of the organic thin-film layer is a multilayer of a layer containing a metal complex having an energy gap of above 2.8 eV and a host material layer. The electroluminescence device exhibits a high luminance and has an emission efficiency higher than conventional and a long life.

(57) 要約:

本発明は、陰極と陽極間に一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機エレクトロルミネッセンス素子において、該有機薄膜層の少なくとも1層が、エネルギーギャップ2.8 eV以上の金属錯体を含む層とホスト材料層の積層体からなることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子であり、高発光輝度でありながら、従来よりも発光効率が高く、長寿命な有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

明 細 書

有機エレクトロルミネッセンス素子

技術分野

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子に関し、特に、発光輝度、発光効率が高く、寿命が長い有機エレクトロルミネッセンス素子に関するものである。

背景技術

有機エレクトロルミネッセンス素子（有機EL素子）は、電界を印加することより、陽極より注入された正孔と陰極より注入された電子の再結合エネルギーにより蛍光性物質が発光する原理を利用した自発光素子である。

イーストマン・コダック社のC. W. Tangらによる積層型素子による低電圧駆動有機EL素子の報告（C. W. Tang, S. A. Vanslyke, アプライドフィジックスレターズ(Applied Physics Letters), 51巻、913頁、1987年等）がなされて以来、有機材料を構成材料とする有機EL素子に関する研究が盛んに行われている。Tangらは、トリス（8-ヒドロキシキノリノールアルミニウム）を発光層に、トリフェニルジアミン誘導体を正孔輸送層に用いている。積層構造の利点としては、発光層への正孔の注入効率を高めること、陰極より注入された電子をブロックして再結合により生成する励起子の生成効率を高めること、発光層内で生成した励起子を閉じ込めること等が挙げられる。この例のように有機EL素子の素子構造としては、正孔輸送（注入）層、電子輸送発光層の2層型、又は正孔輸送（注入）層、発光層、電子輸送（注入）層の3層型等がよく知られている。こうした積層型構造素子では注入された正孔と電子の再結合効率を高めるため、素子構造や形成方法が研究がなされている。

発光材料としてはトリス（８－キノリノラート）アルミニウム錯体等のキレート錯体、クマリン誘導体、テトラフェニルプタジエン誘導体、ビススチリルアリーレン誘導体、オキサジアゾール誘導体等の発光材料が知られており、それらからは青色から赤色までの可視領域の発光が得られることが報告されており、カラー表示素子の実現が期待されている（例えば、特開平８－２３９６５５号公報、特開平７－１３８５６１号公報、特開平３－２００２８９号公報等）。

発光材料としてフェニルアントラセン誘導体を用いた素子は、特開平８－１２６００号公報に開示されている。フェニルアントラセン誘導体は、青色発光材料として用いられ、通常、トリス（８－キノリノラート）アルミニウム（Alq）錯体層との前記青色材料層の積層体として持ちいられるが、発光効率、寿命が実用に用いられるレベルとしては不十分であった。

また、特開平１１－３１２５８８号公報においてもフェニルアントラセン誘導体層とトリス（８－キノリノラート）アルミニウム錯体層の積層体が用いられているが、発光効率が $1 \sim 2 \text{ cd/A}$ と低く問題であった。これはAlq層よりフェニルアントラセン誘導体層に電子が注入されにくく電子と正孔の量的なバランスがとれず、再結合できないむだな電流が存在することが原因の一つであり、さらに無駄な電流のうち正孔電流がAlq層に流入した時、Alqが通電劣化しやすいことも原因であった。

最近では高輝度、長寿命の有機EL素子が報告されているが、未だ必ずしも充分なものではなかった。

発明の開示

本発明は、前記の課題を解決するためになされたもので、高発光輝度でありながら、従来よりも、発光効率が高く、寿命が長い有機EL素子を提供することを目的とする。

本発明者らは、前記課題を解決するために鋭意検討した結果、従来用いられて

いたホスト材料層／Alq層、特にホスト材料として好ましいフェニルアントラセン誘導体を用いたホスト材料層／Alq層の積層体では（１）電子が陰極よりフェニルアントラセン誘導体層に注入されにくく、（２）正孔がAlqに注入され、この時電子注入層の劣化が生じることを見出した。そこで本発明者らは、前記（１）及び（２）を改善するため、エネルギーギャップが2.7 eVであるAlq層に変わりエネルギーギャップが2.8 eV以上の金属錯体層を用いることにより、従来よりも高発光効率、長寿命の発光する有機EL素子を完成するに至った。

すなわち、本発明は、陰極と陽極間に一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機EL素子において、該有機薄膜層の少なくとも1層が、エネルギーギャップ2.8 eV以上の金属錯体を含有する層とホスト材料層の積層体からなることを特徴とする有機EL素子、並びに陰極と陽極間に一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機EL素子において、該有機薄膜層の少なくとも1層が、エネルギーギャップ2.8 eV以上の金属錯体とホスト材料との混合物からなることを特徴とする有機EL素子を提供するものである。

発明を実施するための最良の形態

本発明の有機EL素子において、ホスト材料層又は混合層は、発光性ゲスト分子を含有し、該発光性ゲスト分子の電子親和力がホスト材料の電子親和力より小さく、かつイオン化エネルギーがホスト材料のイオン化エネルギー以下であることが好ましい。

このようにすることにより、陰極よりホスト材料層への電子注入を阻害せずに電子注入層への電子注入を抑制している。従来、用いられてきたクマリンやジシアノ系の発光性ゲスト分子では、ホスト材料層の電子親和力より発光性ゲスト分子の電子親和力が大きかった。このため、発光性ゲスト分子が電子のトラップとなりホスト層への電子注入が抑制された。また、発光性ゲスト分子の正孔捕捉が

不十分であった。そのため、電子注入層に正孔が流入しやすく、電子注入層の劣化が促進された。本発明では、電子親和力及びイオン化エネルギーについて前記条件を満たすことで、電子と正孔の量的なバランスがとれ、さらに電子注入層への正孔注入の抑制した。そして従来にない長寿命、高効率の素子が可能になった。

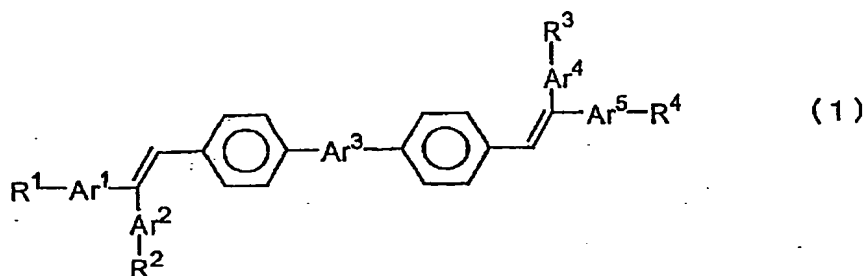
本発明において、ホスト材料はホスト材料層を構成する材料であり、発光性ゲスト分子を混入する際は、発光性ゲスト分子のエネルギーギャップよりエネルギーギャップが大きいものが好ましい。また次の(1)及び(2)のいずれかの場合がより好ましい。

(1) 発光性ゲスト分子を混入した際の発光性ゲスト分子への正孔捕捉性を高めるという観点で、ホスト材料のエネルギーギャップが2.8 eV以上であると好ましい。これは、エネルギーギャップが大きくなると、ホスト材料のイオン化エネルギーが大きくなり、同じ発光性ゲスト分子を用いてもより正孔トラップとなり得るからである。特に、青色系の発光を得るためには、この形態が好ましい。

(2) ホスト材料層/金属錯体層の構成において電子正孔の量的バランスを向上するという観点で、ホスト材料層は正孔輸送性であることが好ましい。ここで正孔輸送性とは正孔移動度の値が、電子移動度より大きい場合の電荷輸送の性質と定義され、ホスト層の移動度は、飛行時間法(Time of Flight)などの公知の方法で計測できる。

このホスト材料は、ジスチリルアリーレン誘導体、ジアリールアントラセン誘導体、ジアリールビスアントラセン誘導体の中から選ばれる少なくとも一種類であることが好ましい。

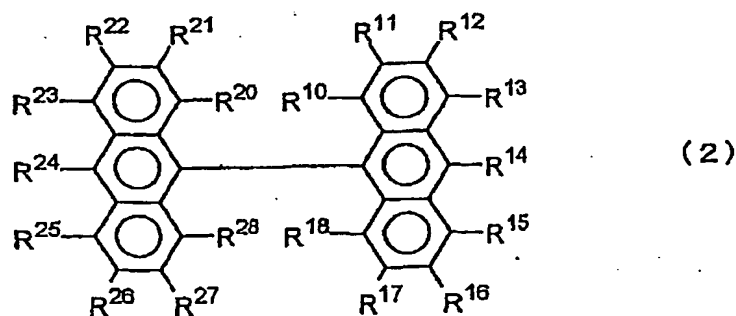
この中で、ジスチリルアリーレン誘導体としては、下記一般式(1)



(式中、 Ar^1 、 Ar^2 、 Ar^3 、 Ar^4 及び Ar^5 は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換のフェニレン基、置換もしくは無置換のナフタレン基、置換もしくは無置換のアントラセン基、置換もしくは無置換のジフェニルアントラセン基、置換もしくは無置換のフェナントレン基、置換もしくは無置換のアセナフテン基、置換もしくは無置換のビフェニレン基、置換もしくは無置換のフルオレン基、置換もしくは無置換のカルバゾール基、置換もしくは無置換のチオフェン基、置換もしくは無置換のトリアゾール基又は置換もしくは無置換のチアジアゾール基であり、 R^1 、 R^2 、 R^3 及び R^4 は、それぞれ独立に、水素、炭素数 1～30 のアルキル基、炭素数 1～30 のアルコキシ基、炭素数 1～30 のアリール基、炭素数 1～30 のトリアルキルシリル基又はシアノ基である。)

で表される発光化合物が好ましく、

ジアリールアントラセン誘導体としては、下記一般式 (2)



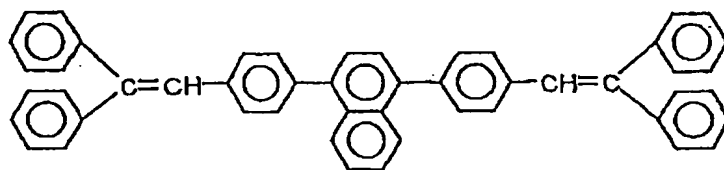
(式中、 $R^{10} \sim R^{13}$ 、 $R^{15} \sim R^{18}$ 、 $R^{20} \sim R^{23}$ 及び $R^{25} \sim R^{28}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、置換もしくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換もしくは無置換の炭素数 1～30 のアルキル基、置

換もしくは無置換の炭素数 2 ～ 30 のアルケニル基、置換もしくは無置換の炭素数 5 ～ 30 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 30 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 40 の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の炭素数 2 ～ 40 の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の炭素数 7 ～ 40 のアラルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 40 のアリーロキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 2 ～ 30 のアルコシカルボニル基又はカルボキシル基を表し、 $R^{1'}$ 及び $R^{2'}$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 40 のアリール基である。)

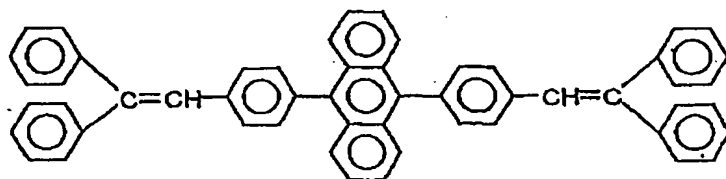
で表されるアリールビスアントラセン誘導体が好ましい。

これらの中でも、特に好ましい好ましいホスト材料としては、下記(1')～(5')のアリールアントラセン誘導体及び(6')～(9')のジスチルアリーレン誘導体が挙げられる。

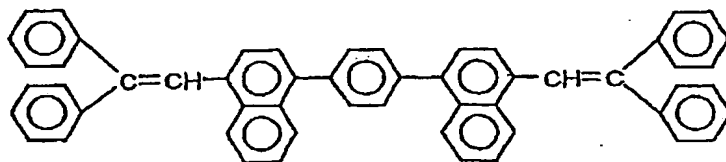
(1')



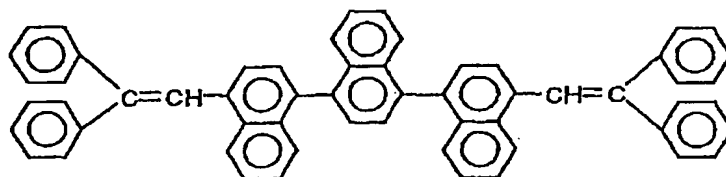
(2')



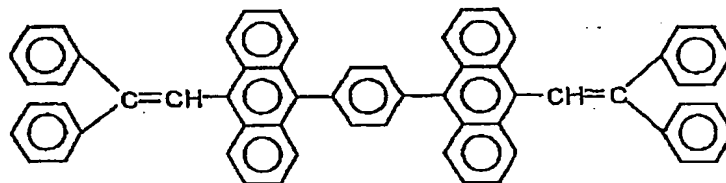
(3')



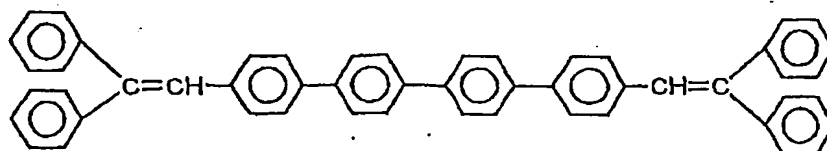
(4')



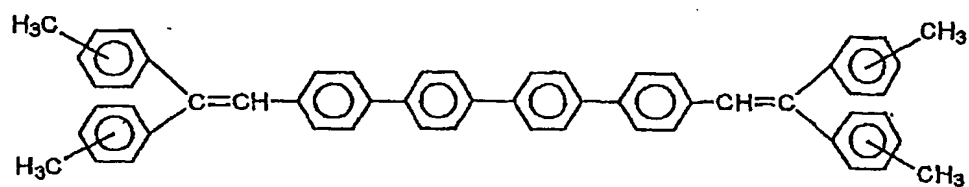
(5')



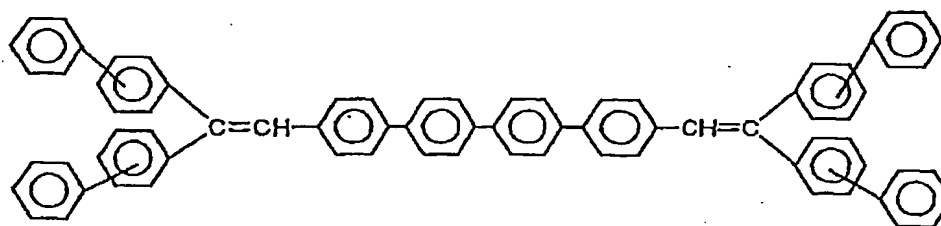
(6')



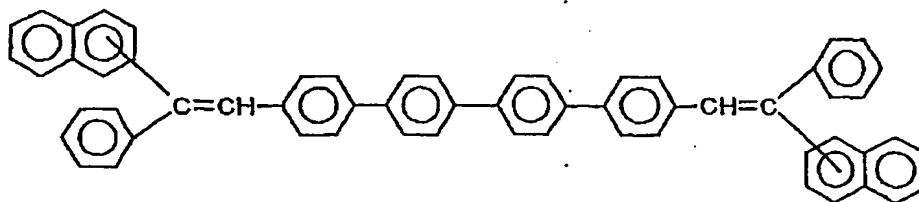
(7')



(8')



(9')



前記一般式(2)における各基の具体例を以下に説明する。

アミノ基としては、 $-NX^1X^2$ と表され、 X^1 及び X^2 としては、それぞれ独立に、水素原子、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘブチル基、*n*-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、プロモメチル基、1-プロモエチル基、2-プロモエチル基、2-プロモイソブチル基、1, 2-ジプロモエチル基、1, 3-ジプロモイソプロピル基、2, 3-ジプロモ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリプロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリアシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9

ーアントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、4-スチリルフェニル基、1-ビレニル基、2-ビレニル基、4-ビレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-tert-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-tert-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリ

ジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナ
ンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-
フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-
アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニ
ル基、1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-
イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-
5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロ
リン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナン
スロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フ
ェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-
フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1
、8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基
、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-
イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-
4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリ
ン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンス
ロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フ
ェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1,
10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル
基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-
イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-
5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリ
ン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンス
ロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェ
ナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-
フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2,

8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、
2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル
基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4
-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン
-6-イル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロ
リン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニ
ル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基
、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基
、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基
、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサ
ジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、
3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-
イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、
3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチ
ルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-ト-ブチルピ
ロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2
-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3
-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-ト-ブチル1-インドリ
ル基、4-ト-ブチル1-インドリル基、2-ト-ブチル3-インドリル基、4
-ト-ブチル3-インドリル基等が挙げられる。

アルキル基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n
-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n
-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒ
ドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1
、2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-
ジヒドロキシ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロ

メチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブromoメチル基、1-ブromoエチル基、2-ブromoエチル基、2-ブromoイソブチル基、1, 2-ジブromoエチル基、1, 3-ジブromoイソプロピル基、2, 3-ジブromo-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリブromoプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

アルケニル基としては、ビニル基、アリル基、1-ブテニル基、2-ブテニル基、3-ブテニル基、1, 3-ブタンジエニル基、1-メチルビニル基、スチリル基、2, 2-ジフェニルビニル基、1, 2-ジフェニルビニル基、1-メチルアリル基、1, 1-ジメチルアリル基、2-メチルアリル基、1-フェニルアリル基、2-フェニルアリル基、3-フェニルアリル基、3, 3-ジフェニルアリル基、1, 2-ジメチルアリル基、1-フェニル-1-ブテニル基、3-フェニル-1-ブテニル基等が挙げられる。

シクロアルキル基としては、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペン

チル基、シクロヘキシル基、4-メチルシクロヘキシル基等が挙げられる。

アルコキシ基は、 $-OY$ で表される基であり、Yの例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシー-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブromoメチル基、1-ブromoエチル基、2-ブromoエチル基、2-ブromoイソブチル基、1, 2-ジブromoエチル基、1, 3-ジブromoイソプロピル基、2, 3-ジブromo-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリブromoプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

芳香族炭化水素基としては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、

1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-ト-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-ト-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基等が挙げられる。

芳香族複素環基としては、1-ピロリル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、1-インドリル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、2-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル

基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、9-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2,

8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、
2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル
基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-
イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-
10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロ
リン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナ
ンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェ
ナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-
フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、
1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、
4-フェノチアジニル基、10-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基
、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基
、10-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-
オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラ
ザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基
、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メ
チルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロ
ール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5
-イル基、2-トープチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル
)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-イ
ンドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、
2-トープチル-1-インドリル基、4-トープチル-1-インドリル基、2-ト
ープチル-3-インドリル基、4-トープチル-3-インドリル基等が挙げられる。

アラルキル基としては、ベンジル基、1-フェニルエチル基、2-フェニルエ
チル基、1-フェニルイソプロピル基、2-フェニルイソプロピル基、フェニル
-トープチル基、 α -ナフチルメチル基、1- α -ナフチルエチル基、2- α -

ナフチルエチル基、1- α -ナフチルイソプロピル基、2- α -ナフチルイソプロピル基、 β -ナフチルメチル基、1- β -ナフチルエチル基、2- β -ナフチルエチル基、1- β -ナフチルイソプロピル基、2- β -ナフチルイソプロピル基、1-ピロリルメチル基、2-(1-ピロリル)エチル基、p-メチルベンジル基、m-メチルベンジル基、o-メチルベンジル基、p-クロロベンジル基、m-クロロベンジル基、o-クロロベンジル基、p-ブロモベンジル基、m-ブロモベンジル基、o-ブロモベンジル基、p-ヨードベンジル基、m-ヨードベンジル基、o-ヨードベンジル基、p-ヒドロキシベンジル基、m-ヒドロキシベンジル基、o-ヒドロキシベンジル基、p-アミノベンジル基、m-アミノベンジル基、o-アミノベンジル基、p-ニトロベンジル基、m-ニトロベンジル基、o-ニトロベンジル基、p-シアノベンジル基、m-シアノベンジル基、o-シアノベンジル基、1-ヒドロキシ-2-フェニルイソプロピル基、1-クロロ-2-フェニルイソプロピル基等が挙げられる。

アリールオキシ基は、-OZと表され、Zとしては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-t-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ビ

リジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、

1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール

1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-*tert*-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-*tert*-ブチル-1-インドリル基、4-*tert*-ブチル-1-インドリル基、2-*tert*-ブチル-3-インドリル基、4-*tert*-ブチル-3-インドリル基等が挙げられる。

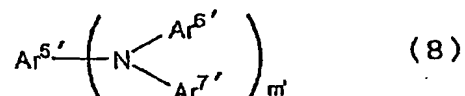
アルコキシカルボニル基は、 $-COOY$ と表され、Yの例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、イソブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、1-ブロモエチル基、2-ブロモエチル基、2-ブロモイソブチル基、1, 2-ジブロモエチル基、1, 3-ジブロモイソプロピル基、2, 3-ジブロモ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-

ージアミノーtert-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノtert-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロtert-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

環を形成する2価基の例としては、テトラメチレン基、ペンタメチレン基、ヘキサメチレン基、ジフェニルメタン-2, 2'-ジイル基、ジフェニルエタン-3, 3'-ジイル基、ジフェニルプロパン-4, 4'-ジイル基等が挙げられる。

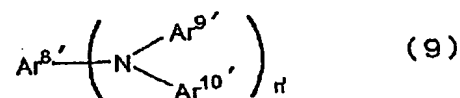
アリール基の例としては、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、ナфтаセニル基、ピレニル基等が挙げられる。また、これらアリール基の置換基の例としては、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、前記の置換もしくは無置換アミノ基、ニトロ基、シアノ基、前記の置換もしくは無置換のアルキル基、前記の置換もしくは無置換のアルケニル基、前記の置換もしくは無置換のシクロアルキル基、前記の置換もしくは無置換のアルコキシ基、前記の置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、前記の置換もしくは無置換の芳香族複素環基、前記の置換もしくは無置換のアラルキル基、前記の置換もしくは無置換のアリールオキシ基、前記の置換もしくは無置換のアルコキシカルボニル基、カルボキシル基が挙げられる。

本発明において、発光性ゲスト分子は、電子親和力がホスト材料の電子親和力より小さく、かつイオン化エネルギーがホスト材料のイオン化エネルギー以下である。好ましい発光性ゲスト分子としては、スチリル基を有するアミン化合物、及び縮合芳香族アミン化合物であり、特にスチリル基を有するアミン化合物が好ましく、例えば、下記一般式(8)及び(9)挙げられる。



(一般式(8)中、 $\text{Ar}^{5'}$ は、それぞれ独立に、フェニレン、ビフェニレン、ターフェニレン、スチルベンよりなる2価の基であり、 $\text{Ar}^{6'}$ 及び $\text{Ar}^{7'}$ は、それぞれ独立に、水素原子又は炭素数が6～20の芳香族基であり、 $\text{Ar}^{5'}$ 、 $\text{Ar}^{6'}$ 及び $\text{Ar}^{7'}$ は置換されいてもよい。縮合数 m' は、1～4の整数である。)

一般式(8)において、 $\text{Ar}^{6'}$ または $\text{Ar}^{7'}$ の少なくとも一方はスチリル基が置換されているとさらに好ましく、また、炭素数が6～20の芳香族基としては、フェニル、ナフチル、アントラニル、フェナンスリル、ターフェニル等が挙げられる。



(一般式(9)中、 $\text{Ar}^{8'}$ は、炭素数が6～40の芳香族基であり、 $\text{Ar}^{9'}$ 及び $\text{Ar}^{10'}$ は、水素原子又は炭素数が6～20の芳香族基である。 $\text{Ar}^{8'}$ 、 $\text{Ar}^{9'}$ 及び $\text{Ar}^{10'}$ は、置換されいてもく、少なくとも1つにはアルキルアミノが置換されている。縮合数 n' は、1～4の整数である。)

一般式(9)において、炭素数が6～40の芳香族基としては、フェニル、ナフチル、アントラニル、フェナンスリル、ピレニル、コロニル、ビフェニル、ターフェニル、ピローリル、フラニル、チオフェニル、ベンゾチオフェニル、オキサジアゾリル、ジフェニルアントラニル、インドリル、カルバゾリル、ピリジル、ベンゾキノリル、フルオランテニル、アセナフトフルオランテニル等のアリール基、フェニレン、ナフチレン、アントラニレン、フェナンスリレン、ピレニレン、コロニレン、ビフェニレン、ターフェニレン、ピローリレン、フラニレン、チオフェニレン、ベンゾチオフェニレン、オキサジアゾリレン、ジフェニルアントラニレン、インドリレン、カルバゾリレン、ピリジレン、ベンゾキノリレン、フルオランテニレン、アセナフトフルオランテニレン等のアリーレン基が挙げら

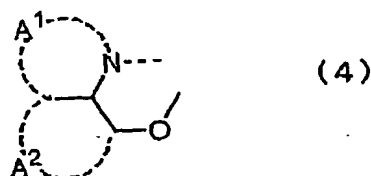
れる。なお、炭素数が6～40の芳香族基は、さらに置換基により置換されている。なお、好ましい置換基としては、炭素数1～6のアルキル基（エチル基、メチル基、i-プロピル基、n-プロピル基、s-ブチル基、t-ブチル基、ベンチル基、ヘキシル基、シクロベンチル基、シクロヘキシル基等）、炭素数1～6のアルコキシ基（エトキシ基、メトキシ基、i-プロポキシ基、n-プロポキシ基、s-ブトキシ基、t-ブトキシ基、ペントキシ基、ヘキシルオキシ基、シクロペントキシ基、シクロヘキシルオキシ基等）、核原子数5～40のアリール基、核原子数5～40のアリール基で置換されたアミノ基、核原子数5～40のアリール基を有するエステル基、炭素数1～6のアルキル基を有するエステル基、シアノ基、ニトロ基、ハロゲン原子等が挙げられる。

本発明において、有機薄膜層に含まれる金属錯体は、エネルギーギャップ2.8 eV以上であり、窒素含有環を配位子とする金属錯体であることが好ましい。

この金属錯体としては、下記一般式（3）



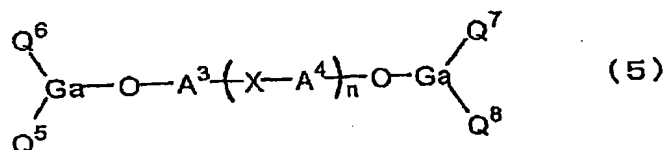
〔式中、 Q^1 及び Q^2 は、それぞれ独立に、下記一般式（4）



（式中、 A^1 及び A^2 は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の互いに縮合した6員アリール環構造である。）で示される配位子を表し、Lは、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数5～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数2～40の複素環基、-OR、-OAr、-ORAr、-

OC(O)R、-OC(O)Ar、-OP(O)R₂、-SeAr、-TeAr、
 -SAr、-X、-OP(O)Ar₂、-OS(O₂)R、-OS(O₂)Ar、
 -OSiR₃、-OB(OR)₂、-OSiAr₃、-OArO-、-OC(O)
 ArC(O)O- (式中、Rは、置換もしくは無置換の炭素数1~30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数5~30のシクロアルキル基であり、Xは、ハロゲンであり、Arは、置換または無置換の炭素数6~36のアリール化合物又は置換もしくは無置換の炭素数5~40の複素環基である。) 又は-O-Ga-Q³(Q⁴) (Q³ 及びQ⁴ は、それぞれ独立に、Q¹ 及びQ² と同じ) で示される配位子を表す。]

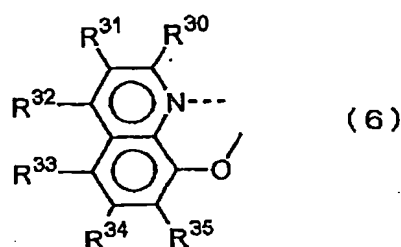
又は下記一般式(5)



[式中、Q⁵ ~ Q⁸ は、それぞれ独立に、上記一般式(4)で表される配位子を表し、A³ 及びA⁴ は、置換もしくは無置換の炭素数1~30のアルキレン基、置換もしくは無置換の炭素数5~30の二価の単環基、置換もしくは無置換の炭素数6~40の二価の縮合多環基を表す。Xは、置換もしくは無置換の炭素数1~30のアルキレン基、O、S、SO₂、>C=O、>SiR⁴⁰R⁴¹、>NR⁴²を表し、A³ 及びA⁴ が置換もしくは未置換のアルキレン基の場合、Xはアルキレン基ではない。nは0~2の整数を表す。R⁴⁰~R⁴²は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、置換もしくは無置換の炭素数1~30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1~30のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6~40のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の炭素数1~30のアルキルチオ基、置換もしくは無置換の炭素数6~40のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数5~40の単環基、置換もしくは無置換の炭素数8~40の縮合多環基、置換もしくは無置換のアミノ基を表す。また、

R⁴⁰及びR⁴¹は、隣接した基同士で結合して環を形成してもよい。]
で表されることが好ましい。

一般式(3)において、Q¹ 及び/又はQ² が、下記一般式(6)



(式中、R³⁰～R³⁵は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数5～40のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数2～40の複素環基である。)で表されるとさらに好ましい。

前記一般式(3)～(6)における各基の具体例を以下に説明する。

ハロゲン原子としては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素が挙げられる。

アミノ基としては、 $-NX^1X^2$ と表され、X¹ 及びX² としては、それぞれ独立に、水素原子、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1,2-ジヒドロキシエチル基、1,3-ジヒドロキシイソプロピル基、2,3-ジヒドロキシ-t-ブチル基、1,2,3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1,2-ジクロロエチル基、1,3-ジクロロイソプロピル基、2,3-ジクロロ-t-ブチル基、1,2,3-トリクロロプロピル基、プロモメチル基、1-プロモエチル基、2-プロモエチル基、2-プロモイソブチル基、1,2-ジプロ

モエチル基、1, 3-ジブロモイソプロピル基、2, 3-ジブロモ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、4-スチリルフェニル基、1-ビレニル基、2-ビレニル基、4-ビレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、*p*-ターフェニル-4-イル基、*p*-ターフェニル-3-イル基、*p*-ターフェニル-2-イル基、*m*-ターフェニル-4-イル基、*m*-ターフェニル-3-イル基、*m*-ターフェニル-2-イル基、*o*-トリル基、*m*-トリル基、*p*-トリル基、*p*-*tert*-ブチルフェニル基、*p*-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4''-*tert*-ブチル-*p*-ターフェニル-4-イル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピ

リジニル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基

、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-

イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-teeブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-teeブチル-1-インドリル基、4-teeブチル-1-インドリル基、2-teeブチル-3-インドリル基、4-teeブチル-3-インドリル基等が挙げられる。

アルキル基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、teeブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘブチル基、n-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-teeブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-teeブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、1-ブロモエチル基、2-ブロモエチル基、2-ブロモイソブチル基、1, 2-ジブロモエチル基、1, 3-ジブロモイソプロピル基、2, 3-ジブロモ-teeブチル基、1, 2, 3-トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-teeブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-teeブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基

、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

シクロアルキル基としては、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、4-メチルシクロヘキシル基等が挙げられる。

アルコキシ基は、-OYで表される基であり、Yの例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、イソブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、プロモメチル基、1-プロモエチル基、2-プロモエチル基、2-プロモイソブチル基、1, 2-ジプロモエチル基、1, 3-ジプロモイソプロピル基、2, 3-ジプロモ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリプロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、

1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

複素環基としては、1-ピロリル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、1-インドリル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、2-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、9-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基

ル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン

ン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、10-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、10-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-トープチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-トープチル-1-インドリル基、4-トープチル-1-インドリル基、2-トープチル-3-インドリル基、4-トープチル-3-インドリル基等が挙げられる。

アリールオキシ基は、-OZと表され、Zとしては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル

ル基、p-トープチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニル基、4"-トープチル-p-ターフェニル-4-イル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンス

ロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノ

チアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-トープチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-トープチル-1-インドリル基、4-トープチル-1-インドリル基、2-トープチル-3-インドリル基、4-トープチル-3-インドリル基等が挙げられる。

アリール基の例としては、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、ナфтаセニル基、ピレニル基等が挙げられる。また、これらアリール基の置換基の例としては、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、前記の置換もしくは無置換アミノ基、ニトロ基、シアノ基、前記の置換もしくは無置換のアルキル基、前記の置換もしくは無置換のアルケニル基、前記の置換もしくは無置換のシクロアルキル基、前記の置換もしくは無置換のアルコキシ基、前記の置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、前記の置換もしくは無置換の芳香族複素環基、前記の置換もしくは無置換のアラルキル基、前記の置換もしくは無置換のアリールオキシ基、前記の置換もしくは無置換のアルコキシカルボニル基、カルボキシル基が挙げられる。

また、金属錯体は、下記一般式(7)

$$[(R^s)_m - Q']_{3-k} A I]_x L'_k \quad (7)$$

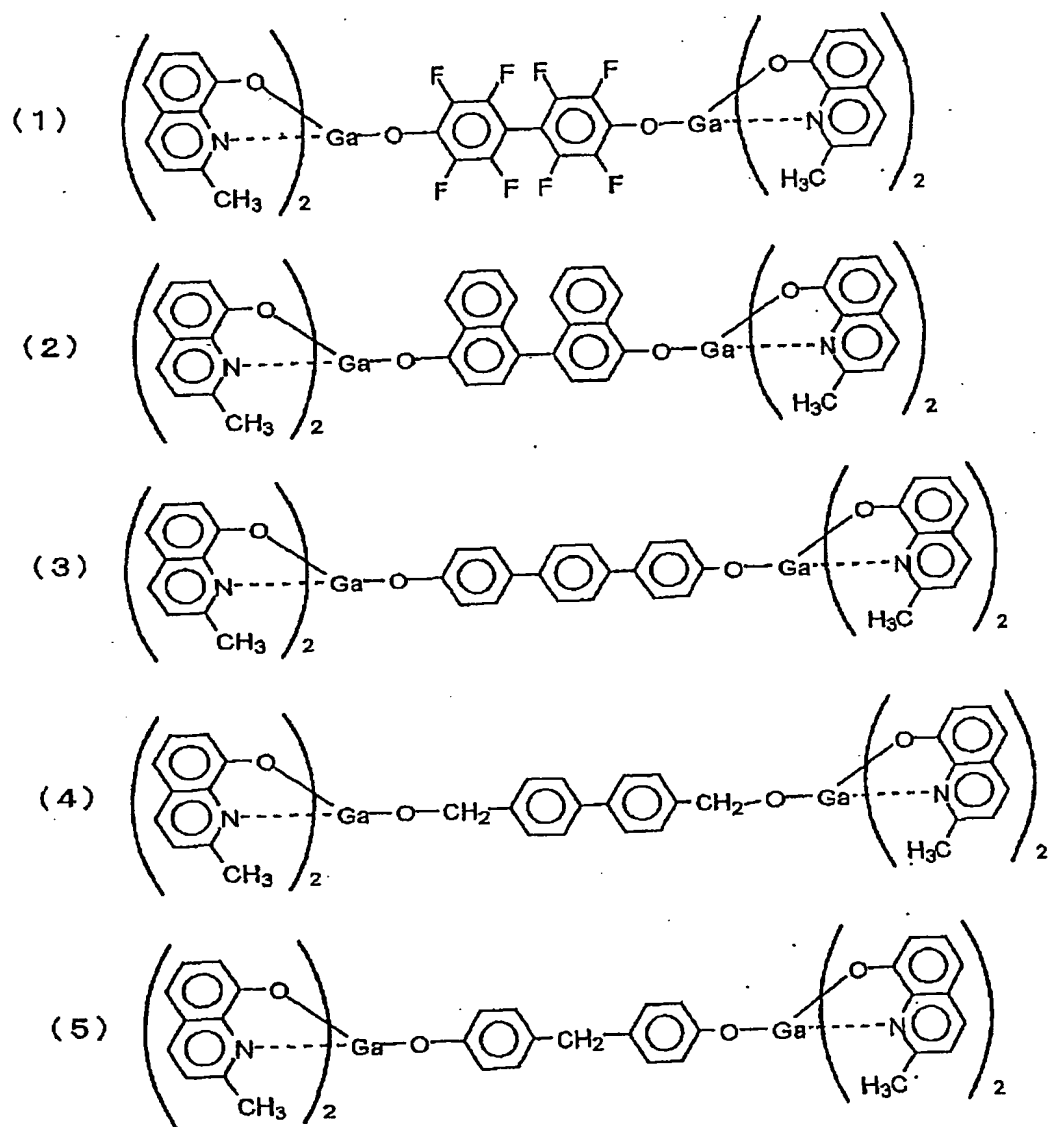
[式中、kが1である場合にはxは1又は2であり、kが2である場合にはxは

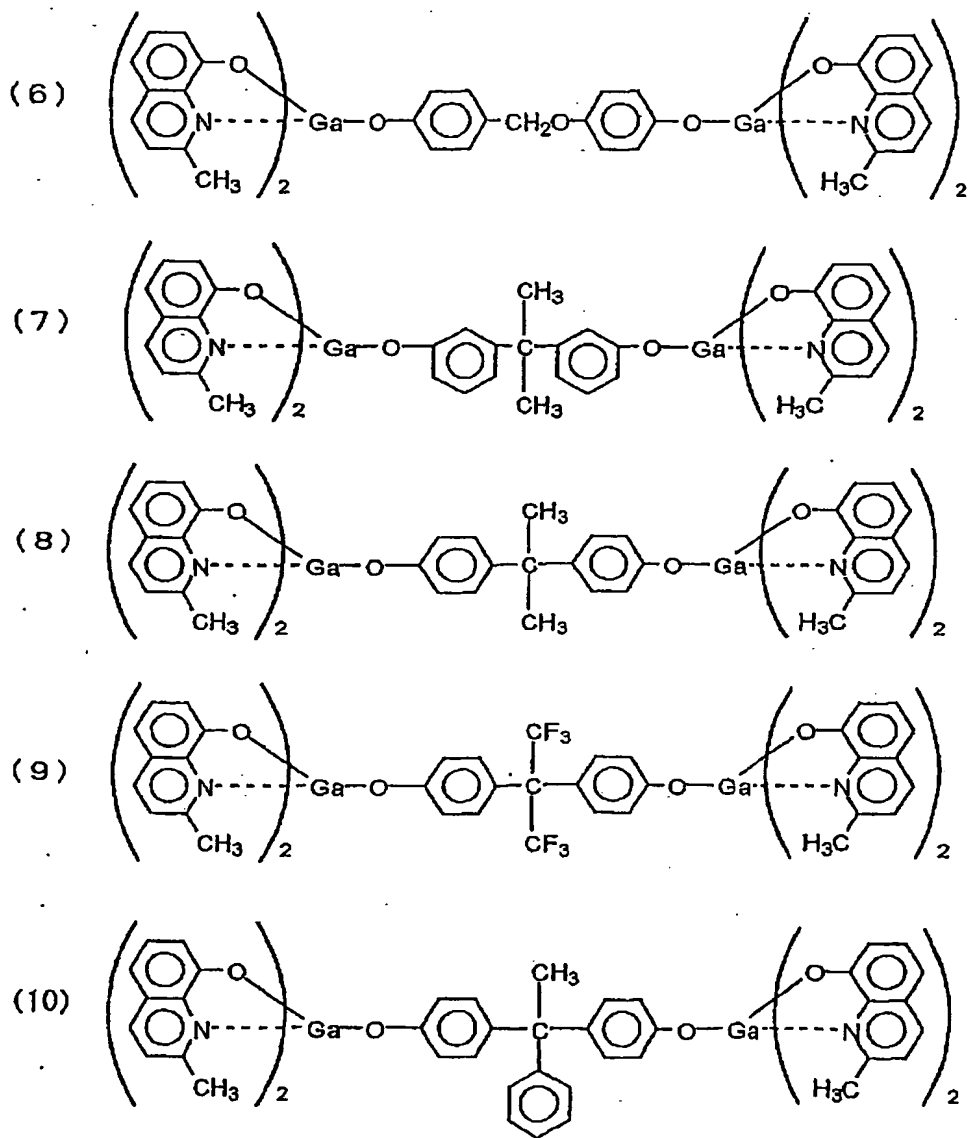
1であり、mは1～6であり、L' は、 $-R'$ 、 $-Ar'$ 、 $-OR'$ 、 $-OAr'$ 、 $-OR'Ar'$ 、 $-OC(O)R'$ 、 $-OC(O)Ar'$ 、 $-OP(O)R'$ 、 $-SeAr'$ 、 $-TeAr'$ 、 $-SAr'$ 、 $-X'$ 、 $-OP(O)Ar'_2$ 、 $-OS(O_2)R'$ 、 $-OS(O_2)Ar'$ 、 $-OSiR'_3$ 、 $-OB(OR')_2$ 、 $-OSiAr'_3$ 、 $-OAr'O-$ 又は $-OC(O)Ar'C(O)O-$ （式中、R' は、炭素数1～6の炭化水素であり、X' は、ハロゲンであり、Ar' は炭素数6～36のアリール化合物である。ただし、k及びxが1である場合、配位子はフェノールではない。）のいずれかであり、Q' は、置換8-キノリノラート配位子であり、R^s は、8-キノリノラート環置換基である。）

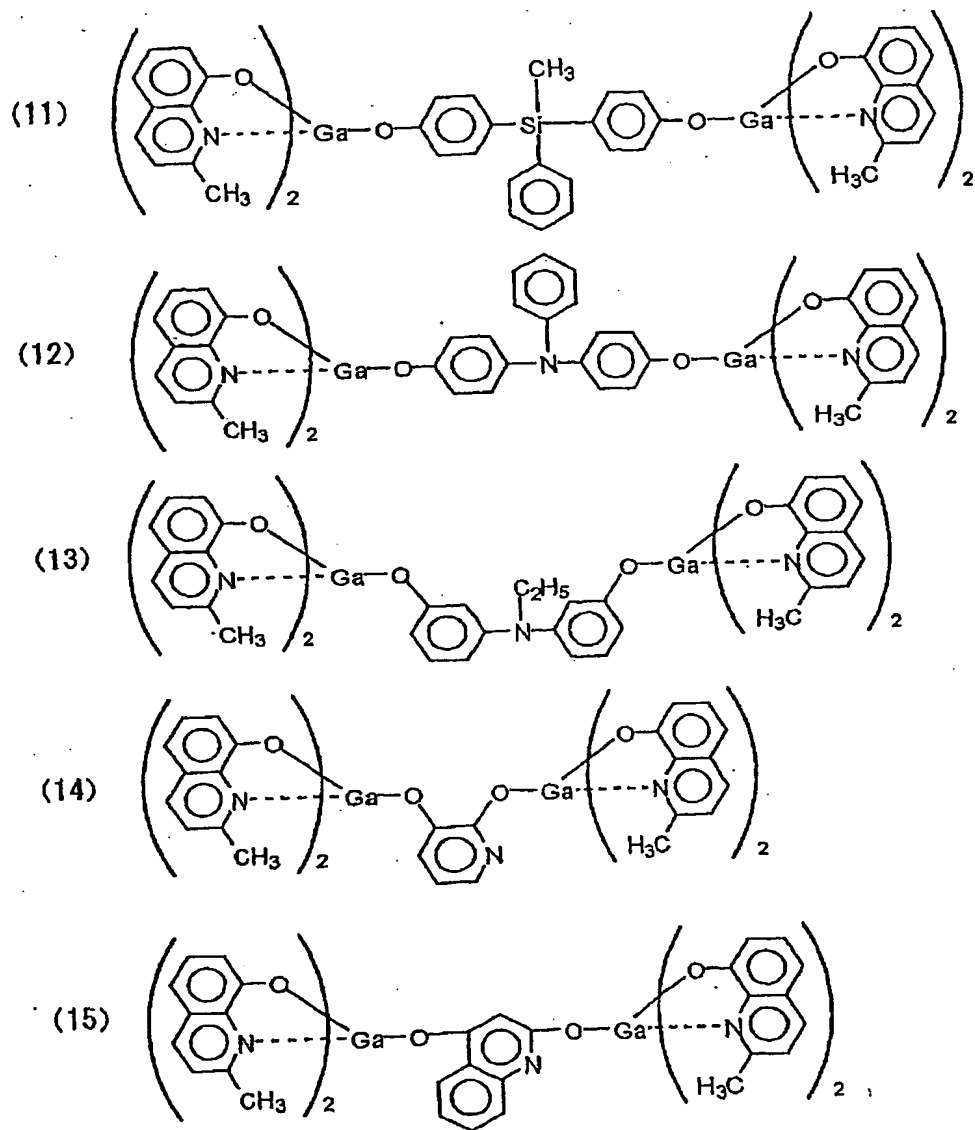
で表されるものも好ましい。

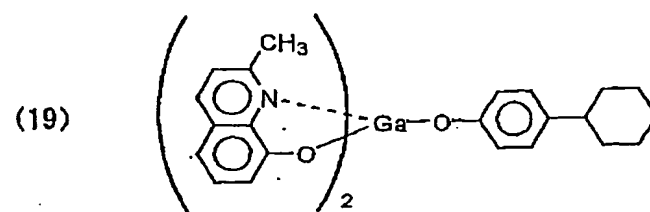
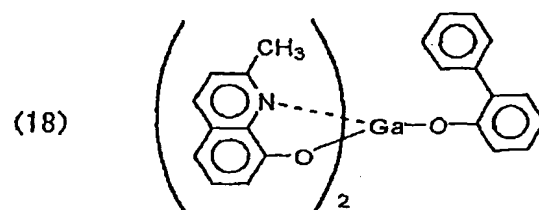
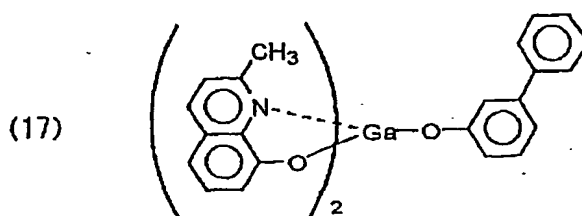
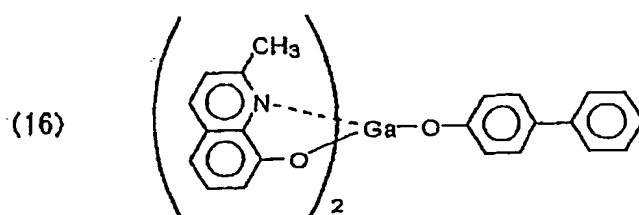
一般式(7)において、炭化水素、ハロゲン、アリールとしては、前記したものが挙げられる。

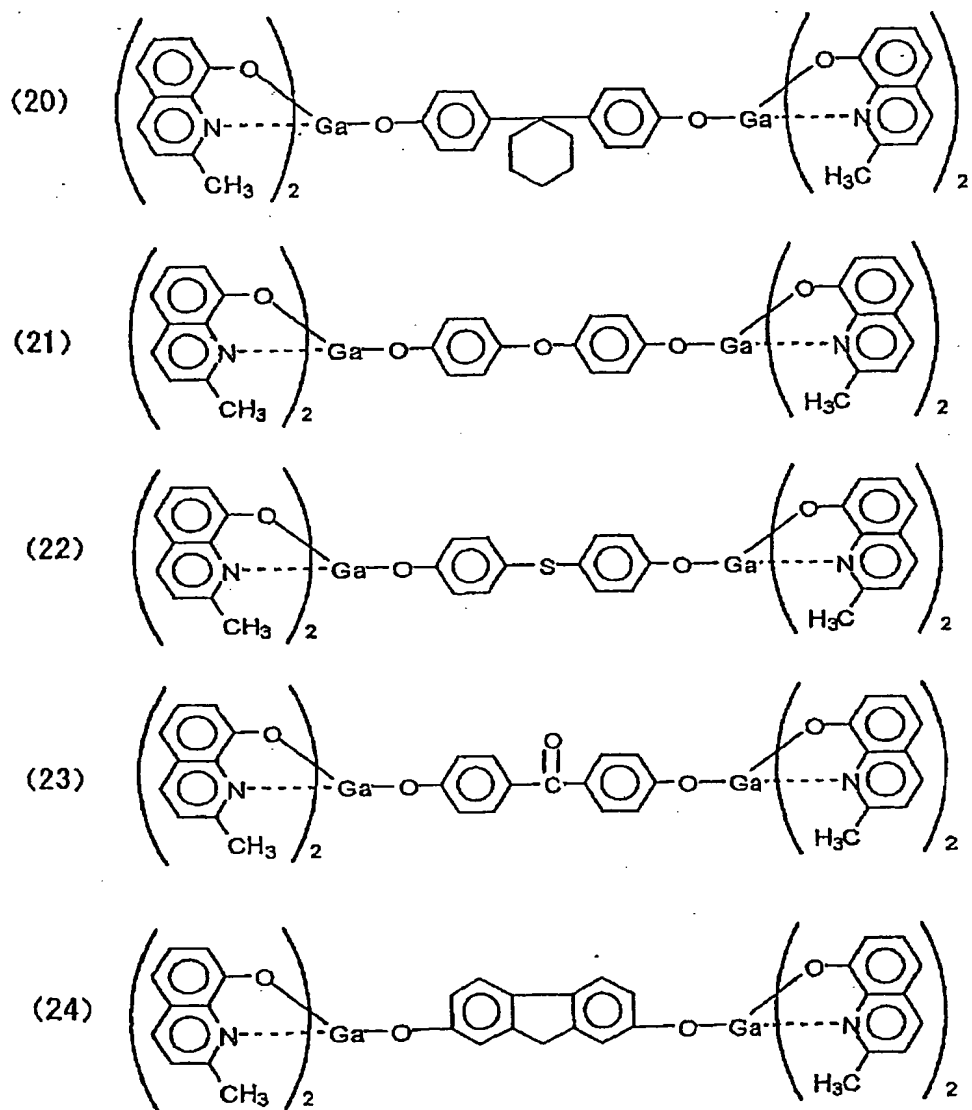
金属錯体の具体例として、化合物(1)～(32)を以下に例示する。

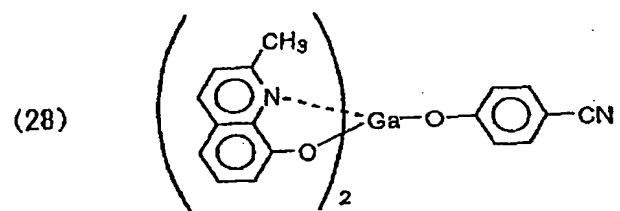
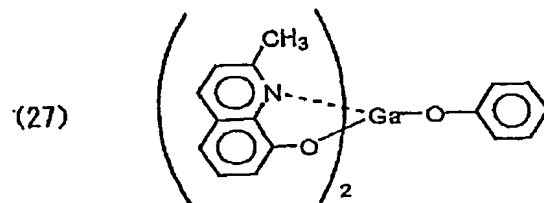
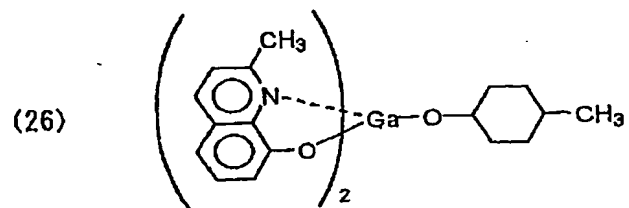
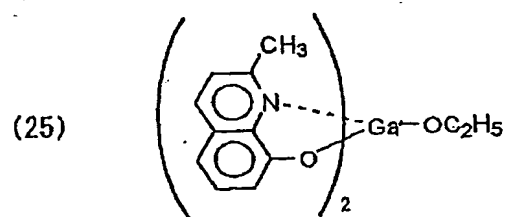


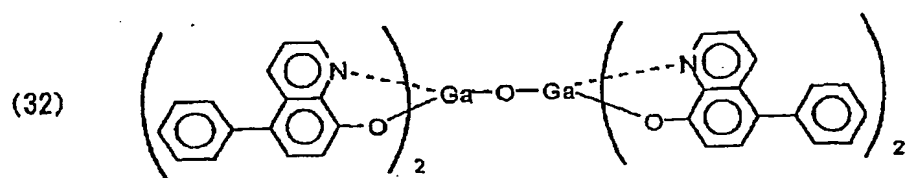
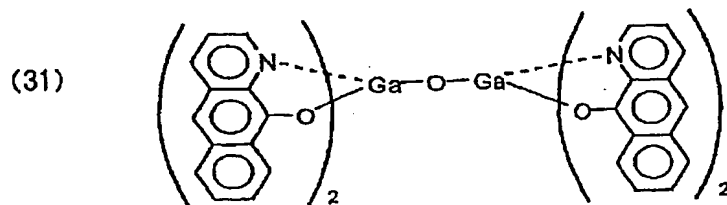
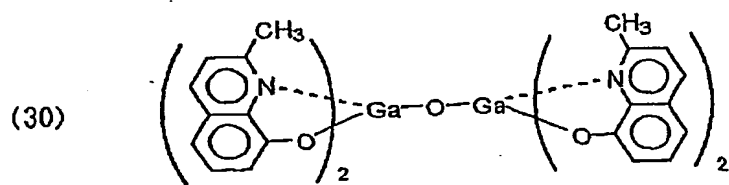
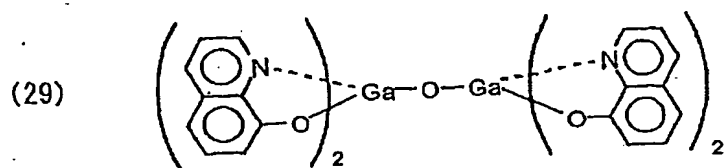










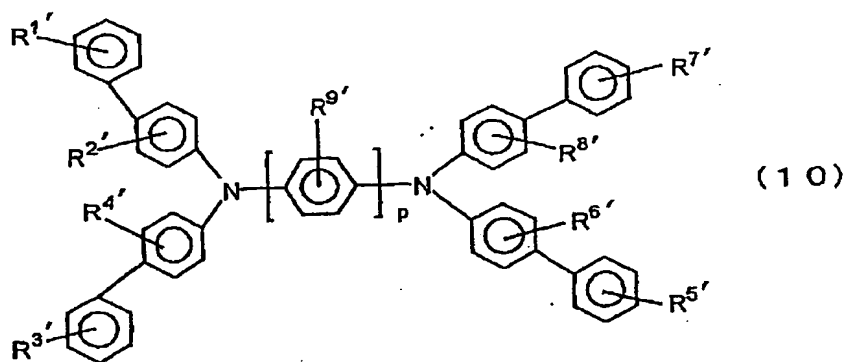


本発明において、有機薄膜層が、ジアリールアントラセン誘導体又はジアリールビスアントラセン誘導体からなる発光層を有し、該発光層に隣接する正孔輸送層が、N, N, N', N' -テトラ(ビフェニル) -ジアミノアリーレン誘導体からなることが好ましい。

発光層に特定のN, N, N', N' -テトラ(ビフェニル) -ジアミノアリーレン誘導体を積層することにより、電子と正孔の量的なバランスが向上し、電子注入層への正孔注入が抑制され電子注入層への劣化が防止される。このため、結果として有機EL素子の高効率化、長寿命化が可能となった。

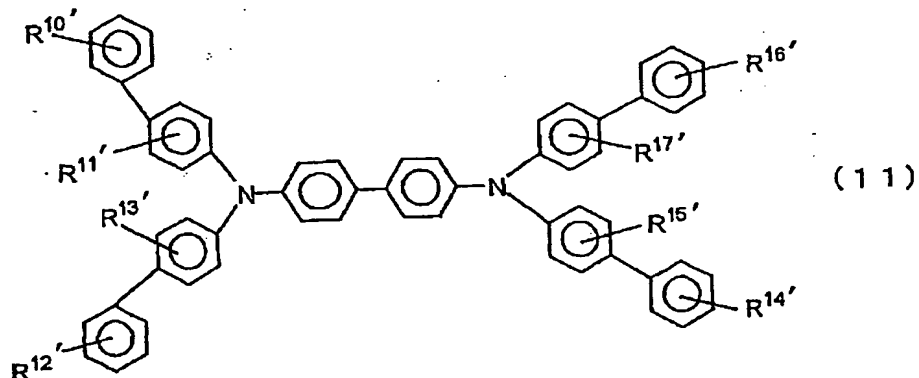
本発明では、発光層に特定のN, N, N', N' -テトラ(ビフェニル) -ジアミノアリーレン誘導体を積層し、さらに電子注入層としてエネルギーギャップが2.8 eV以上の金属錯体層を用いることによりさらなる性能向上が可能である。

また、N, N, N', N' -テトラ(ビフェニル) -ジアミノアリーレンとしては、下記一般式(10)又は(11)で表される化合物が好ましい。



(式中、R^{1'} ~ R^{9'} は、それぞれ独立に、水素原子、炭素数1~6のアルキル基、炭素数1~6のアルコキシ基又は置換もしくは無置換のフェニル基を表し、それらは互いに同一であっても異なってもよく、R^{1'}とR^{2'}、R^{2'}とR^{4'}、R^{3'}とR^{4'}、R^{5'}とR^{6'}、R^{6'}とR^{8'}、R^{7'}とR^{8'}、R^{8'}とR^{9'}、R^{4'}とR^{9'}、R^{6'}とR^{9'}及びR^{8'}とR^{9'}は、それぞれ結合して環を形成していてもよい。p = 1

～4 の整数である。]



(式中、 $R^{10'}$ ～ $R^{17'}$ は、それぞれ独立に、水素原子、炭素数1～6のアルキル基、炭素数1～6のアルコキシ基又は置換もしくは無置換のフェニル基を表し、それらは互いに同一であっても異なってもよく、 $R^{10'}$ と $R^{11'}$, $R^{11'}$ と $R^{13'}$, $R^{12'}$ と $R^{13'}$, $R^{14'}$ と $R^{15'}$, $R^{15'}$ と $R^{17'}$ 及び $R^{16'}$ と $R^{17'}$ は、それぞれ結合して環を形成していてもよく、この環がさらに置換基を有してもよい。)

これらのN, N, N', N' -テトラ (ビフェニル) -ジアミノアリーレンにおいて好ましいのは、N, N, N', N' -テトラ (4-ビフェニル) -ジアミノアリーレンであり、好ましいアリーレンは、置換もしくは無置換のビフェニレン、フルオレンイル、ターフェニレン、クォーターフェニレンである。

本発明における有機EL素子の素子構造は、電極間に有機層を1層あるいは2層以上積層した構造であり、例えば、陽極/発光層/陰極、陽極/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/陰極、陽極/正孔輸送層/発光層/陰極、又は陽極/発光層/電子輸送層/陰極等の構造が挙げられる。本発明における化合物は上記のどの有機薄膜層に用いられてもよく、他の正孔輸送材料、発光材料、電子輸送材料にドーピングさせることも可能である。

また、本発明の有機EL素子は、電子を輸送する領域または陰極と有機薄膜層との界面領域に、還元性ドーパントを含有すると好ましい。ここで、還元性ドーパントとは、電子輸送性化合物を還元できる物質と定義される。したがって、一

定の還元性を有するものであれば、様々なものが用いられ、例えば、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、アルカリ金属の酸化物、アルカリ金属のハロゲン化物、アルカリ土類金属の酸化物、アルカリ土類金属のハロゲン化物、希土類金属の酸化物または希土類金属のハロゲン化物、アルカリ金属の有機錯体、アルカリ土類金属の有機錯体、希土類金属の有機錯体からなる群から選択される少なくとも一つの物質を好適に使用することができる。

この還元性ドーバントの具体例としては、Na（仕事関数：2.36 eV）、K（仕事関数：2.28 eV）、Rb（仕事関数：2.16 eV）及びCs（仕事関数：1.95 eV）からなる群から選択される少なくとも一つのアルカリ金属や、Ca（仕事関数：2.9 eV）、Sr（仕事関数：2.0～2.5 eV）及びBa（仕事関数：2.52 eV）からなる群から選択される少なくとも一つのアルカリ土類金属が挙げられ、仕事関数が2.9 eV以下のものが特に好ましい。これらのうち、より好ましい還元性ドーバントは、K、Rb及びCsからなる群から選択される少なくとも一つのアルカリ金属であり、さらに好ましくは、Rb又はCsであり、最も好ましいのは、Csである。これらのアルカリ金属は、特に還元能力が高く、電子注入域への比較的少量の添加により、有機EL素子における発光輝度の向上や長寿命化が図られる。また、仕事関数が2.9 eV以下の還元性ドーバントとして、これら2種以上のアルカリ金属の組み合わせも好ましく、特に、Csを含んだ組み合わせ、例えば、CsとNa、CsとK、CsとRb又はCsとNaとKとの組み合わせであることが好ましい。Csを組み合わせに含むことにより、還元能力を効率的に発揮することができ、電子注入域への添加により、有機EL素子における発光輝度の向上や長寿命化が図られる。

本発明において、陰極と有機薄膜層との間に絶縁体や半導体で構成される電子注入層をさらに設けてもよい。この時、電流のリークを有効に防止して、電子注入性を向上させることができる。このような絶縁体としては、アルカリ金属カルコゲナイド、アルカリ土類金属カルコゲナイド、アルカリ金属のハロゲン化物及

びアルカリ土類金属のハロゲン化物からなる群から選択される少なくとも一つの金属化合物を使用するのが好ましい。電子注入層が、これらのアルカリ金属カルコゲナイド等で構成されていれば、電子注入性をさらに向上させることができる点で好ましい。具体的に、好ましいアルカリ金属カルコゲナイドとしては、例えば、 Li_2O 、 LiO 、 Na_2S 、 Na_2Se 及び NaO が挙げられ、好ましいアルカリ土類金属カルコゲナイドとしては、例えば、 CaO 、 BaO 、 SrO 、 BeO 、 BaS 及び CaSe が挙げられ、好ましいアルカリ金属のハロゲン化物としては、例えば、 LiF 、 NaF 、 KF 、 LiCl 、 KCl 及び NaCl 等が挙げられ、好ましいアルカリ土類金属のハロゲン化物としては、例えば、 CaF_2 、 BaF_2 、 SrF_2 、 MgF_2 及び BeF_2 といったフッ化物や、フッ化物以外のハロゲン化物が挙げられる。

また、電子輸送層を構成する半導体としては、 Ba 、 Ca 、 Sr 、 Yb 、 Al 、 Ga 、 In 、 Li 、 Na 、 Cd 、 Mg 、 Si 、 Ta 、 Sb 及び Zn の少なくとも一つの元素を含む酸化物、窒化物又は酸化窒化物等の一種単独または二種以上の組み合わせが挙げられる。また、電子輸送層を構成する無機化合物が、微結晶又は非晶質の絶縁性薄膜であることが好ましい。電子輸送層がこれらの絶縁性薄膜で構成されていれば、より均質な薄膜が形成されるために、ダークスポット等の画素欠陥を減少させることができる。なお、このような無機化合物としては、上述したアルカリ金属カルコゲナイド、アルカリ土類金属カルコゲナイド、アルカリ金属のハロゲン化物及びアルカリ土類金属のハロゲン化物等が挙げられる。

さらに、有機EL素子の陽極は、正孔を正孔輸送層又は発光層に注入する役割を担うものであり、4.5 eV以上の仕事関数を有すると効果的である。本発明に用いられる陽極材料の具体例としては、酸化インジウム錫合金（ITO）、酸化錫（NESEA）、金、銀、白金、銅等が挙げられる。また、陰極としては、電子輸送層又は発光層に電子を注入する目的で、仕事関数の小さい材料が好ましい。

陰極材料は特に限定されないが、具体的にはインジウム、アルミニウム、マグネシウム、マグネシウム－インジウム合金、マグネシウム－アルミニウム合金、アルミニウム－リチウム合金、アルミニウム－スカンジウム－リチウム合金、マグネシウム－銀合金等が挙げられる。

本発明の有機EL素子における各層の形成方法は特に限定されない。従来公知の真空蒸着法、スピンコーティング法等による形成方法を用いることができる。本発明の有機EL素子に用いる、前記一般式(1)で示される発光化合物を含有する有機薄膜層は、真空蒸着法、分子線蒸着法(MBE法)あるいは溶媒に解かした溶液のディッピング法、スピンコーティング法、キャスト法、バーコート法、ロールコート法等の塗布法による公知の方法で形成することができる。

本発明の有機EL素子における各有機薄膜層の膜厚は特に制限されないが、一般に膜厚が薄すぎるとピンホール等の欠陥が生じやすく、逆に厚すぎると高い印加電圧が必要となり効率が悪くなるため、通常は数nmから1 μ mの範囲が好ましい。

次に、実施例を用いて本発明をさらに詳しく説明するが、本発明は実施例に限定されるものではない。

合成例1

フラスコ中にトリメトキシガリウム1.0g、無水エタノール40ミリリットルを入れて攪拌した。さらに、4-ヒドロキシビフェニル0.84gを入れて80℃で7時間攪拌し、析出した固体の大部分を熱エタノールに溶解後、ろ過した。得られたろ液を濃縮し、濃縮物を真空乾燥して1.5gの黄白色粉末を得た。この黄白色粉末の質量分析を行った結果、前記ガリウムキレート化合物(28)であることがわかった。また、エネルギーギャップを光吸収スペクトルの吸収端より計測したところ、2.95eVであった。

合成例2

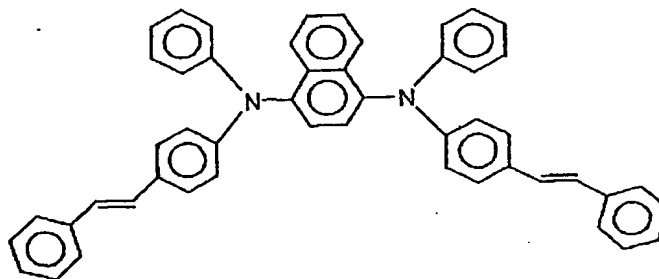
合成例 1 において、4-ヒドロキシビフェニル 0.84 g の代わりに、4-シアノフェノール 0.59 g を使用した以外は同様にして処理し、1.4 g の黄白色粉末を得た。この黄白色粉末の質量分析を行った結果、前記ガリウムキレート化合物 (17) であることがわかった。また、エネルギーギャップを光吸収スペクトルの吸収端より計測したところ、2.96 eV であった。

合成例 3

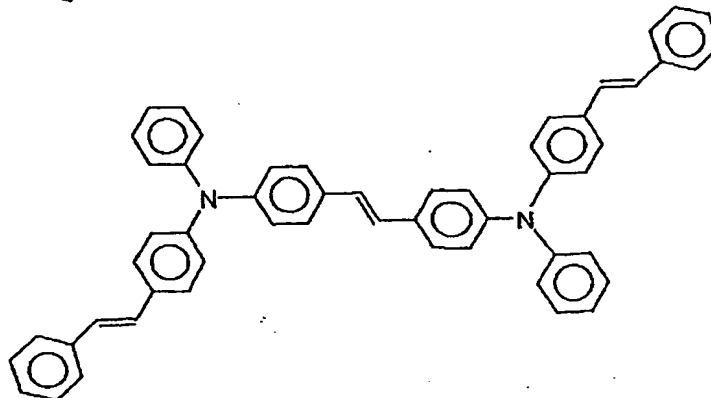
合成例 1 において、4-ヒドロキシビフェニル 0.84 g の代わりに、フェノール 0.47 g を使用した以外は同様にして処理し、1.3 g の黄白色粉末を得た。この黄白色粉末の質量分析、NMR スペクトルを測定した結果、前記ガリウムキレート化合物 (27) であることがわかった。また、エネルギーギャップを光吸収スペクトルの吸収端より計測したところ、2.93 eV であった。

以下に、実施例及び比較例で使用する化合物の化学構造式を示す。また、それらのイオン化エネルギー及び電子親和力を表 1 に示す。

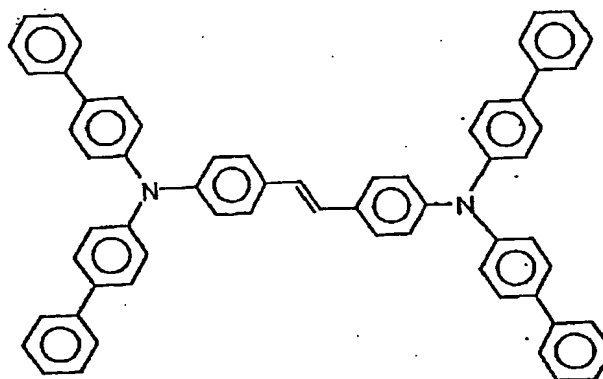
D 1



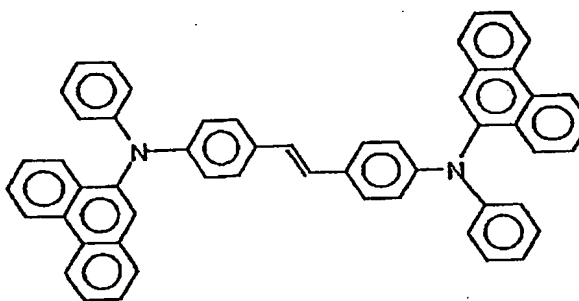
D 2



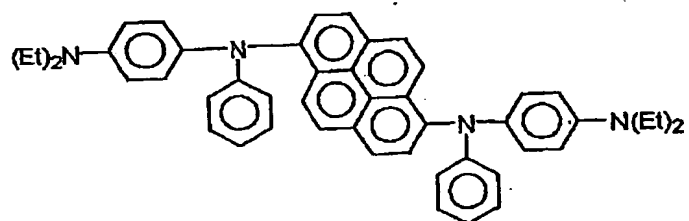
D 3



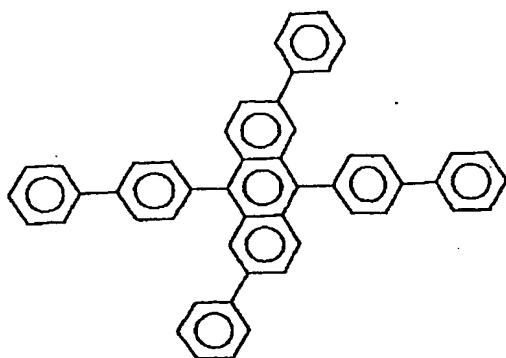
D 4



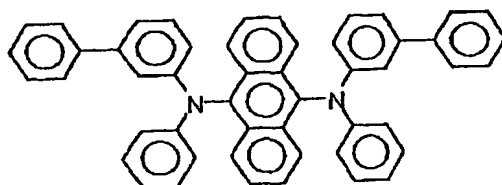
D 5



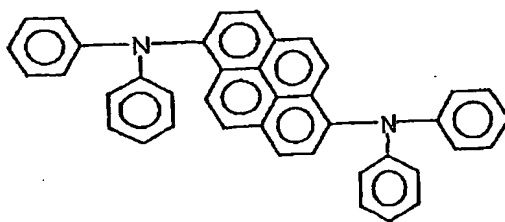
C 1



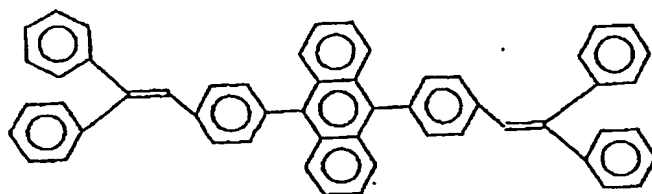
C 2



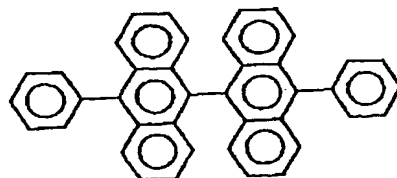
C 3



E 1



E 2



E 3

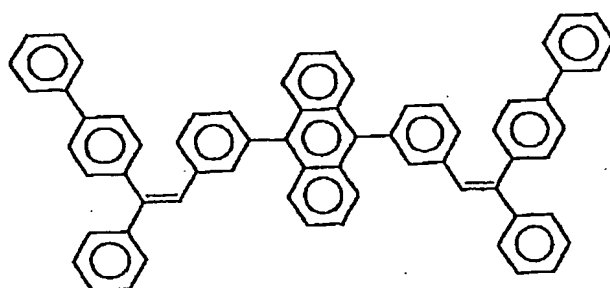


表 1

化合物	イオン化エネルギー (eV)	電子親和力 (eV)
(E 1)	5. 7 0	2. 8 0
(E 2)	5. 7 2	2. 7 3
(E 3)	5. 8 0	2. 7 9
(D 1)	5. 3 5	2. 4 5
(D 2)	5. 4 1	2. 5 3
(D 3)	5. 3 9	2. 5 1
(D 4)	5. 3 7	2. 5 6
(D 5)	5. 2 3	2. 6 5
(C 1)	5. 6 1	2. 8 9
(C 2)	5. 7 5	3. 2 5
(C 3)	5. 5 2	2. 7 8

イオン化エネルギー (I p) は、理研計器社製大気光電子分光装置 A C 1 で測定した。電子親和力 (A f) は、分子の光吸収の吸収端のエネルギー値よりエネルギーギャップ値 (E g) を定め、 $A f = I p - E g$ の関係式より決定した。

実施例 1

25 mm×75 mm×1.1 mm 厚の I T O 透明電極付きガラス基板 (ジオマテック社製) をイソプロピルアルコール中で超音波洗浄を 5 分間行なった後、U V オゾン洗浄を 30 分間行なった。洗浄後の透明電極ライン付きガラス基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに装着し、まず透明電極ラインが形成されている側の面上に前記透明電極を覆うようにして膜厚 60 nm の N, N' - ビス (N, N' - ジフェニル - 4 - アミノフェニル) - N, N' - ジフェニル - 4, 4' - ジアミノ - 1, 1' - ビフェニル膜 (TPD 232 膜) を成膜した。この TPD 232 膜は、正孔注入層として機能する。TPD 232 膜の成膜に続けて、この TPD 232 膜上に膜厚 20 nm の 4, 4' - ビス [N - (1 - ナフチル) - N - フェニルアミノ] ビフェニル膜 (NPD 膜) を成膜した。この NPD 膜は正孔輸送層として機能する。さらに、NPD 膜の成膜に続けて、この NPD 膜上に膜厚 40 nm のホスト材料として前記化合物 (E 1) を蒸着し成膜した。同時に発光分子として、スチリル基を有する前記アミン化合物 (D 1) を化合物 (E 1) に対し重量比 3 : 40 で蒸着した。この膜は、発光層として機能する。この膜上に膜

厚20nmの前記金属錯体(16)膜を成膜した。この金属錯体(16)膜は、電子注入層として機能する。化合物(E1)：アミン化合物(D1)/金属錯体(16)の積層体は青色発光媒体として機能する。この後、還元性ドーパントであるLi(Li源：サエスゲッター社製)とAlqを二元蒸着させ、電子注入層(陰極)としてAlq:Li膜(膜厚10nm)を形成した。このAlq:Li膜上に金属Alを蒸着させ金属陰極を形成し有機EL素子を形成した。この素子は直流電圧5Vで発光輝度 200cd/m^2 、 8.5cd/A の青色発光が得られた。初期輝度 500cd/m^2 にて一定電流駆動を行ったところ輝度が半減する時間(半減寿命)は3200時間であった。

実施例2

実施例1において、アミン化合物(D1)の代わりにアミン化合物(D2)を用いた以外は同様にして有機EL素子を作製した。この素子の直流電圧6Vでの発光輝度及び発光効率、発光色並びに初期輝度 500cd/m^2 での発光寿命を表2に示す。

実施例3

実施例1において、アミン化合物(D1)の代わりにアミン化合物(D3)を用いた以外は同様にして有機EL素子を作製した。この素子の直流電圧6Vでの発光輝度及び発光効率、発光色並びに初期輝度 500cd/m^2 での発光寿命を表2に示す。

実施例4

実施例1において、アミン化合物(D1)の代わりにアミン化合物(D4)を用いた以外は同様にして有機EL素子を作製した。この素子の直流電圧6Vでの発光輝度及び発光効率、発光色並びに初期輝度 500cd/m^2 での発光寿命を表2に示す。

実施例5

実施例1において、アミン化合物(D1)の代わりにアミン化合物(D5)を

用いた以外は同様にして有機EL素子を作製した。この素子の直流電圧6Vでの発光輝度及び発光効率、発光色並びに初期輝度 500 cd/m^2 での発光寿命を表2に示す。

比較例1

実施例1において、アミン化合物(D1)の代わりにアミン化合物(D3)を用い、発光層における化合物(E1)の代わりに、前記化合物(C1)を用いた以外は同様にして有機EL素子を作製した。この素子の直流電圧6Vでの発光輝度及び発光効率、発光色並びに初期輝度 500 cd/m^2 での発光寿命を表2に示す。

比較例2

実施例1において、アミン化合物(D1)の代わりにアミン化合物(D3)を用い、発光層における化合物(E1)の代わりに、前記化合物(C2)を用いた以外は同様にして有機EL素子を作製した。この素子の直流電圧6Vでの発光輝度及び発光効率、発光色並びに初期輝度 500 cd/m^2 での発光寿命を表2に示す。

比較例3

実施例1において、アミン化合物(D1)の代わりにアミン化合物(D3)を用い、発光層における化合物(E1)の代わりに、前記化合物(C3)を用いた以外は同様にして有機EL素子を作製した。この素子の直流電圧6Vでの発光輝度及び発光効率、発光色並びに初期輝度 500 cd/m^2 での発光寿命を表2に示す。

比較例4

実施例1において、金属錯体(16)の代わりに8-ヒドロキシキノリンのA1錯体を用いた以外は同様にして有機EL素子を作製した。この素子の直流電圧6Vでの発光輝度及び発光効率、発光色並びに初期輝度 500 cd/m^2 での発光寿命を表2に示す。

表 2

	アミン化合物	電 圧	発 光 輝 度 (nit)	発 光 効 率 (cd/A)	発光色	半 減 寿 命 (時間)
実施例 1	(D 1)	5	200	8.5	青	3200
実施例 2	(D 2)	6	250	8.5	青	2200
実施例 3	(D 3)	6	196	7.7	青	3500
実施例 4	(D 4)	6	278	6.8	青	2900
実施例 5	(D 5)	6	420	11.2	緑	4500
比較例 1	(C 1)	6	30	1.2	青	300
比較例 2	(C 2)	6	275	8.4	緑	600
比較例 3	(C 3)	6	160	3.2	青	680
比較例 4	(D 1)	6	120	4.0	青	1200

表 2 に示したように、実施例 1～5 の有機 EL 素子は、比較例 1～4 の有機 EL 素子に比べ、発光効率が高く及び寿命が長かった。特に、実施例 2～4 の青色発光素子は、青色純度にも優れており従来にない高効率である。また、比較例 4 と実施例 1 を比べることにより、エネルギーギャップが 2.8 eV 以上の金属錯体を用い発光分子を含むホスト層／金属錯体層の積層体を用いることにより、高発光効率、長寿命であることが判明した。

実施例 6

実施例 1 において、発光層における化合物 (E 1) の代わりに、前記化合物 (E 2) を用いた以外は同様にして有機 EL 素子を作製した。この素子の直流電圧 6 V での発光輝度及び発光効率、発光色並びに初期輝度 500 cd/m^2 での発光寿命を表 3 に示す。

実施例 7

実施例 1 において、発光層における化合物 (E 1) の代わりに、前記化合物 (E 3) を用いた以外は同様にして有機 EL 素子を作製した。この素子の直流電圧 6 V での発光輝度及び発光効率、発光色並びに初期輝度 500 cd/m^2 での発光寿命を表 3 に示す。

比較例 5

実施例 1 において、発光層における化合物 (E 1) の代わりに、4, 4'-ビ

ス〔N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ〕ビフェニル(NPD)を用いた以外は同様にして有機EL素子を作製した。尚、NPDのイオン化エネルギーは5.40 eV、電子親和力は2.40 eVである。この素子の直流電圧6Vでの発光輝度及び発光効率、発光色並びに初期輝度500 cd/m²での発光寿命を表3に示す。

表 3

	ホスト材料	電 圧	発 光 輝 度 (nit)	発 光 効 率 (cd/A)	発光色	半 減 寿 命 (時間)
実施例6	(E2)	6	290	8.2	青	3200
実施例7	(E3)	6	215	7.5	青	2800
比較例5	(C1)	6	102	3.2	緑味青	130

表3に示したように、実施例6及び7では、電子注入性が高まり高発光効率であり、さらに電子注入層への正孔注入が抑制された結果、長寿命であったが、比較例5では発光効率が低く、さらに発光分子が正孔捕捉性でなくなるため、正孔が電子注入層に注入され、電子注入層が発光した。その結果、発光色が緑味となり、寿命も著しく短くなった。

実施例8

25mm×75mm×1.1mm厚のITO透明電極付きガラス基板(旭硝子社製)をイソプロピルアルコール中で超音波洗浄を5分間行なった後、UVオゾン洗浄を30分間行なった。洗浄後の透明電極ライン付きガラス基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに装着し、透明電極ラインが形成されている側の面上に前記透明電極を覆うようにして膜厚60nmのTPD232膜を成膜した。このTPD232膜は、正孔注入層として機能する。TPD232膜の成膜に続けて、このTPD232膜上に膜厚20nmのN,N,N',N'-テトラ(4-ビフェニル)-ジアミノビフェニレン層(TBDB層)を成膜した。このTBDB層は正孔輸送層として機能する。このTBDB層上に、膜厚40nmの化合物(E1)を蒸着し成膜した。この膜は、発光層として機能する。この膜上に膜厚20nmの前記金属錯体(27)を成膜した。この金属錯体(27)膜は、電子注入層

として機能する。化合物(E1)/金属錯体(27)の積層体は青色発光媒体として機能する。この後、還元性ドーパントであるLi(Li源：サエスゲッター社製)と金属錯体(27)を二元蒸着させ、電子注入層(陰極)として金属錯体(27):Li膜を形成した(モル比1:1)。この膜上に金属Alを蒸着させ金属陰極を形成し有機EL素子を形成した。この素子は直流電圧5.5Vで発光輝度200cd/m²、7.5cd/Aの青色発光が得られた。初期500cd/m²にて一定電流駆動を行ったところ半減寿命は2000時間であった。

実施例 9

実施例8において、電子注入層のLiの代わりにCs金属を使用した以外は同様にして有機EL素子を作製した。この素子の直流電圧6Vでの発光輝度及び発光効率、発光色並びに初期輝度500cd/m²での発光寿命を表4に示す。

実施例 10

実施例8において、電子注入層のLiの代わりに弗化アルカリ金属であるCsFを使用した以外は同様にして有機EL素子を作製した。この素子の直流電圧6Vでの発光輝度及び発光効率、発光色並びに初期輝度500cd/m²での発光寿命を表4に示す。

実施例 11

実施例8において、電子注入層のLiの代わりにアルカリ金属カルコゲナイドであるCsTeを使用した以外は同様にして有機EL素子を作製した。この素子の直流電圧6Vでの発光輝度及び発光効率、発光色並びに初期輝度500cd/m²での発光寿命を表4に示す。

比較例 6

実施例8において、正孔輸送層のTBDBの代わりにNPDを使用した以外は同様にして有機EL素子を作製した。この素子の直流電圧6Vでの発光輝度及び発光効率、発光色並びに初期輝度500cd/m²での発光寿命を表4に示す。

表 4

	正孔輸送材料	電 圧	発 光 輝 度 (n i t)	発 光 効 率 (cd/A)	発光色	半 減 寿 命 (時間)
実施例 8	T B D B	6	3 1 3	7 . 5	青	2 0 0 0
実施例 9	T B D B	6	5 6 0	9 . 2	青	3 2 0 0
実施例 1 0	T B D B	6	4 5 0	8 . 5	青	2 5 0 0
実施例 1 1	T B D B	6	6 2 0	9 . 0	青	2 0 0 0
比較例 6	N P D	6	1 2 0	6 . 0	青	1 3 0 0

表 4 に示したように、実施例 8 ～ 1 1 の有機 E L 素子は比較例 6 の有機 E L 素子に比べ高発光効率、長寿命であった。これは電子と正孔の量的バランスが T B D P により改良されたためである。さらに C s 系の金属または化合物を添加することにより著しく性能的にも向上し特に低電圧化している。尚、C s 系化合物の添加については、実施例 1 ～ 8 にも応用することもできる。

産業上の利用可能性

以上詳細に説明したように、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、高発光輝度でありながら、従来よりも発光効率が高く、長寿命を実現したものである。

このため、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、各種電子機器の光源等として極めて有用である。

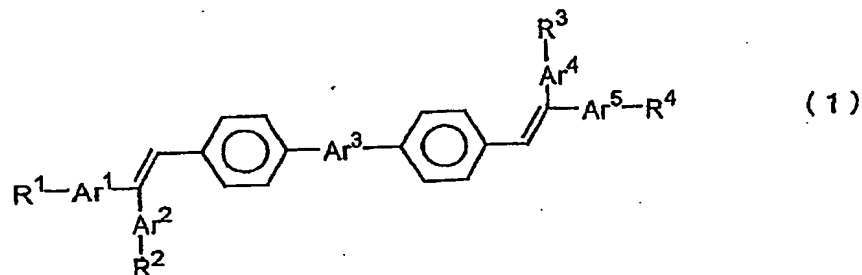
請求の範囲

1. 陰極と陽極間に一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機エレクトロルミネッセンス素子において、該有機薄膜層の少なくとも1層が、エネルギーギャップ2.8 eV以上の金属錯体を含有する層とホスト材料層の積層体からなる有機エレクトロルミネッセンス素子。
2. 陰極と陽極間に一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機エレクトロルミネッセンス素子において、該有機薄膜層の少なくとも1層が、エネルギーギャップ2.8 eV以上の金属錯体とホスト材料との混合物からなる有機エレクトロルミネッセンス素子。
3. ホスト材料層が発光性ゲスト分子を含有し、該発光性ゲスト分子の電子親和力がホスト材料の電子親和力より小さく、かつイオン化エネルギーがホスト材料のイオン化エネルギー以下である請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
4. 混合物が発光性ゲスト分子を含有し、該発光性ゲスト分子の電子親和力がホスト材料の電子親和力より小さく、かつイオン化エネルギーがホスト材料のイオン化エネルギー以下である請求項2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
5. 有機薄膜層が、ジアリールアントラセン誘導体又はジアリールビスアントラセン誘導体からなる発光層を有し、該発光層に隣接する正孔輸送層が、N, N, N', N'-テトラ(ピフェニル)-ジアミノアリーレン誘導体からなる請求項1又は2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
6. ホスト材料が、ジスチリルアリーレン誘導体、ジアリールアントラセン誘導体、ジアリールビスアントラセン誘導体の中から選ばれる少なくとも一種類である請求項1又は2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
7. 金属錯体が、窒素含有環を配位子とする金属錯体である請求項1又は2に記

載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

8. 陰極と有機薄膜層との界面に還元性ドーバントを含有する請求項1又は2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

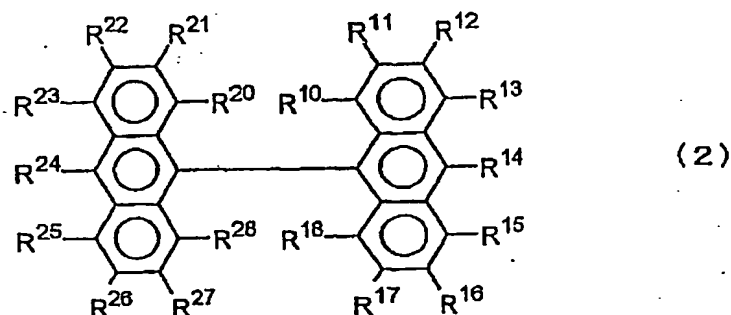
9. シスチリルアリーレン誘導体が、下記一般式(1)



(式中、 Ar^1 、 Ar^2 、 Ar^3 、 Ar^4 及び Ar^5 は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換のフェニレン基、置換もしくは無置換のナフタレン基、置換もしくは無置換のアントラセン基、置換もしくは無置換のジフェニルアントラセン基、置換もしくは無置換のフェナントレン基、置換もしくは無置換のアセナフテン基、置換もしくは無置換のピフェニレン基、置換もしくは無置換のフルオレン基、置換もしくは無置換のカルバゾール基、置換もしくは無置換のチオフェン基、置換もしくは無置換のトリアゾール基又は置換もしくは無置換のチアジアゾールであり、 R^1 、 R^2 、 R^3 及び R^4 は、それぞれ独立に、水素、炭素数1～30のアルキル基、炭素数1～30のアルコキシ基、炭素数1～30のアリール基、炭素数1～30のトリアルキルシリル基又はシアノ基である。)

で表される発光化合物である請求項6に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

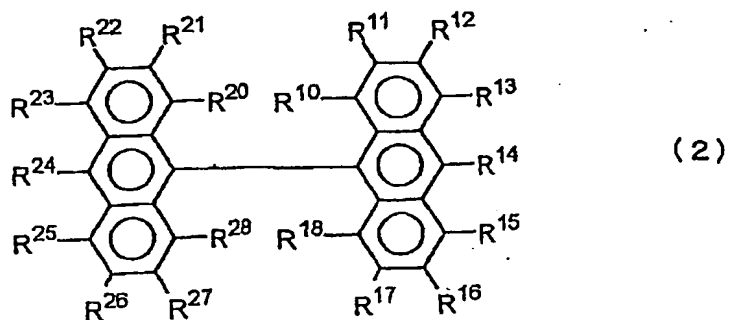
10. ジアリールアントラセン誘導体が、下記一般式(2)



(式中、 $R^{10} \sim R^{13}$, $R^{15} \sim R^{18}$, $R^{20} \sim R^{23}$ 及び $R^{25} \sim R^{28}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、置換もしくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数2～30のアルケニル基、置換もしくは無置換の炭素数5～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6～40の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の炭素数2～40の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の炭素数7～40のアラルキル基、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の炭素数2～30のアルコシキカルボニル基又はカルボキシル基を表し、 R^{14} 及び R^{19} は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリール基である。)

で表されるアリールビスアントラセン誘導体である請求項5に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

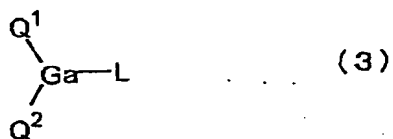
11. ジアリールアントラセン誘導体が、下記一般式(2)



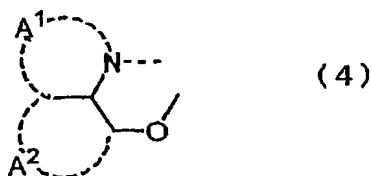
(式中、 $R^{10} \sim R^{13}$, $R^{15} \sim R^{18}$, $R^{20} \sim R^{23}$ 及び $R^{25} \sim R^{28}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、置換もしくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数2～30のアルケニル基、置換もしくは無置換の炭素数5～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6～40の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の炭素数2～40の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の炭素数7～40のアラルキル基、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の炭素数2～30のアルコシキカルボニル基又はカルボキシル基を表し、 R^{14} 及び R^{24} は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリール基である。)

で表されるアリールビスアントラセン誘導体である請求項6に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

12. 金属錯体が、下記一般式(3)



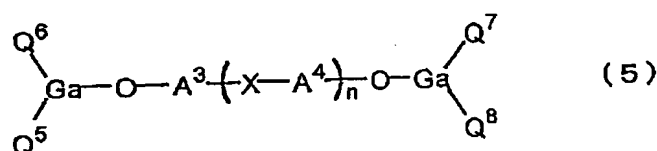
[式中、 Q^1 及び Q^2 は、それぞれ独立に、下記一般式(4)



(式中、 A^1 及び A^2 は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の互いに縮合した6員アリール環構造である。)で示される配位子を表し、 L は、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数5～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリール基、置換も

しくは無置換の炭素数2～40の複素環基、 $-OR$ 、 $-OAr$ 、 $-ORAr$ 、 $-OC(O)R$ 、 $-OC(O)Ar$ 、 $-OP(O)R_2$ 、 $-SeAr$ 、 $-TeAr$ 、 $-SAr$ 、 $-X$ 、 $-OP(O)Ar_2$ 、 $-OS(O_2)R$ 、 $-OS(O_2)Ar$ 、 $-OSiR_3$ 、 $-OB(OR)_2$ 、 $-OSiAr_3$ 、 $-OArO-$ 、 $-OC(O)ArC(O)O-$ （式中、 R は、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数5～30のシクロアルキル基であり、 X は、ハロゲンであり、 Ar は、置換または無置換の炭素数6～36のアリール化合物又は置換もしくは無置換の炭素数5～40の複素環基である。）又は $-O-Ga-Q^3(Q^4)$ （ Q^3 及び Q^4 は、それぞれ独立に、 Q^1 及び Q^2 と同じ）で示される配位子を表す。]

又は下記一般式（5）

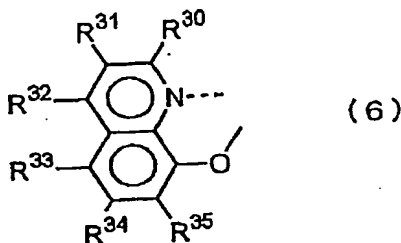


〔式中、 $Q^5 \sim Q^8$ は、それぞれ独立に、上記一般式（4）で表される配位子を表し、 A^3 及び A^4 は、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキレン基、置換もしくは無置換の炭素数5～30の二価の単環基、置換もしくは無置換の炭素数6～40の二価の縮合多環基を表す。 X は、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキレン基、 O 、 S 、 SO_2 、 $>C=O$ 、 $>SiR^{40}R^{41}$ 、 $>NR^{42}$ を表し、 A^3 及び A^4 が置換もしくは未置換のアルキレン基の場合、 X はアルキレン基ではない。 n は0～2の整数を表す。 $R^{40} \sim R^{42}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキルチオ基、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数5～40の単環基、置換もしくは無置換

の炭素数 8 ～ 40 の縮合多環基、置換もしくは無置換のアミノ基を表す。また、 R^{30} 及び R^{31} は、隣接した基同士で結合して環を形成してもよい。]

で表される請求項 1 又は 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

13. 一般式 (3) において、 Q' 及び/又は Q'' が、下記一般式 (6)



(式中、 $R^{30} \sim R^{35}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 30 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 5 ～ 40 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 40 のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数 2 ～ 40 の複素環基である。) で表される配位子である請求項 12 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

14. 金属錯体が、下記一般式 (7)



[式中、 k が 1 である場合には x は 1 又は 2 であり、 k が 2 である場合には x は 1 であり、 m は 1 ～ 6 であり、 L' は、 $-R'$ 、 $-Ar'$ 、 $-OR'$ 、 $-OAr'$ 、 $-OR'Ar'$ 、 $-OC(O)R'$ 、 $-OC(O)Ar'$ 、 $-OP(O)R'_2$ 、 $-SeAr'$ 、 $-TeAr'$ 、 $-SAr'$ 、 $-X'$ 、 $-OP(O)Ar'_2$ 、 $-OS(O_2)R'$ 、 $-OS(O_2)Ar'$ 、 $-OSiR'_3$ 、 $-OB(OR')_2$ 、 $-OSiAr'_3$ 、 $-OAr'O-$ 又は $-OC(O)Ar'C(O)O-$ (式中、 R' は、炭素数 1 ～ 6 の炭化水素であり、 X' は、ハロゲンであり、 Ar' は炭素数 6 ～ 36 のアリール化合物である。ただし、 k 及び x が 1 である場合、配位子はフェノールではない。) のいずれかであり、 Q' は、置換 8-キノリノラート

配位子であり、 R^5 は、8-キノリノラート環置換基である。)

で表される請求項1又は2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

15. 発光性ゲスト分子が、スチリル基を有するアミン化合物である請求項1又は2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

16. 発光性ゲスト分子が、縮合芳香族アミン化合物である請求項1又は2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/04427

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H05B33/22, 33/14, C09K11/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H05B33/00-33/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 10-88121 A (Toyo Ink Manufacturing Co., Ltd.), 07 April, 1998 (07.04.98), Full text; all drawings. (Family: none)	1, 2, 7, 12-16 4
X Y	JP 2001-85166 A (NEC Corp.), 30 March, 2001 (30.03.01), Full text; all drawings (Family: none)	1, 6, 7, 9, 12, 13, 15, 16 3, 5, 8, 10, 11, 14
Y	C.HOSOKAWA et al., Highly efficient blue electroluminescence from a distyrylarylene emitting layer with a new dopant Appl.Phys.Lett., Vol.67, No.26, 1995	3, 4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"B" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
30 July, 2002 (30.07.02)Date of mailing of the international search report
13 August, 2002 (13.08.02)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/04427

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-97897 A (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 10 April, 2001 (10.04.01), Full text; all drawings (Family: none)	5, 10, 11
Y	JP 2000-315581 A (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 14 November, 2000 (14.11.00), Full text; all drawings (Family: none)	8
Y	JP 8-222374 A (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 30 August, 1996 (30.08.96), Full text; all drawings (Family: none)	14

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO2/04427

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H05B 33/22, 33/14
C09K 11/06

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H05B 33/00-33/28

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2002年
 日本国登録実用新案公報 1994-2002年
 日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 10-88121 A (東洋インキ製造株式会社)	1, 2, 7, 12-16
Y	1998. 04. 07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	4
X	J P 2001-85166 A (日本電気株式会社)	1, 6, 7, 9, 12,
Y	2001. 03. 30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	13, 15, 16
Y	C. HOSOKAWA et al, Highly efficient blue electroluminescence from a distyrylarylene emitting layer with a new dopant Appl. Phys Lett, Vol. 67, No. 26, 1995	3, 5, 8, 10, 11, 14 3, 4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

30. 07. 02

国際調査報告の発送日

13.08.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 寺澤 忠司



3 X 9623

電話番号 03-3581-1101 内線 3371

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2001-97897 A (出光興産株式会社) 2001. 04. 10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	5, 10, 11
Y	J P 2000-315581 A (出光興産株式会社) 2000. 11. 14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	8
Y	J P 8-222374 A (出光興産株式会社) 1996. 08. 30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	14